

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 55 728.8

**Anmeldetag:** 28. November 2003

**Anmelder/Inhaber:** X-FAB Semiconductor Foundries AG,  
99097 Erfurt/DE; Siltronic AG, 81737 München/DE.  
Vormals: X-FAB Semiconductor Foundries AG, 99097  
Erfurt/DE; Wacker Siltronic AG, 84489 Burghausen/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und eine Anordnung zur Herstellung von  
Halbleitersubstraten (insbesondere Silizium-  
Substrate z.B. für SOI oder MEMS) durch Verbinden  
von zwei Halbleiterscheiben (Bonden) und Rückdün-  
nen/Abtrennen einer der beiden Scheiben mit dem  
Vorteil einer verringerten Randdefektzone, was durch  
eine besondere Kantenverrundung der zu bondenden  
Halbleiterscheiben erreicht wird

**IPC:** H 01 L 21/30

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. Januar 2005  
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be the name "Werner", which is the name of the president of the German Patent and Trademark Office at the time of this document's creation.

BEST AVAILABLE COPY

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Herstellung von Halbleitersubstraten (insbesondere Silizium-Substrate z.B. für SOI oder MEMS) durch Verbinden von zwei Halbleiterscheiben (Bonden) und Rückdünnen/Abtrennen einer der beiden Scheiben mit dem Vorteil einer verringerten Randdefektzone, was durch eine besondere Kantenverrundung der zu bondenden Halbleiterscheiben erreicht wird.

Zur Herstellung von Halbleitersubstraten mit strukturierten und unstrukturierten vergraben Ebenen, z.B. bei der SOI- oder MEMS-Technologie, werden üblicherweise zwei Silizium-Scheiben miteinander flächig verbunden (gebondet). Das Verfahren geht auf Tong und Gösele zurück und wurde als „Semiconductor Waferbonding“ eingeführt.

Dabei befindet sich auf einer oder beiden der zu verbindenden Scheibenoberflächen die zu vergrabende Ebene, bzw. ein System von Schichten, die in der Folge des Herstellungsprozesses nicht an der Oberfläche zu liegen kommen.

Nach dem Verbinden wird eine der beiden Scheiben zurückgedünnt (z.B. durch Schleifen/Ätzen/Polieren) oder parallel zu einer Sollbruchstelle abgetrennt (z.B. bei SOI-Layer-Transfer-Technologien). Die verbleibende Scheibe mit der Schichtstruktur wird als Bauelementsscheibe bezeichnet (device wafer), die zurückgedünnte oder abgetrennte Scheibe sei hier als Spender-Scheibe bezeichnet.

Werden zum Verbinden (boden) Scheiben mit einer standard-Kantengeometrie eingesetzt, so kommt es am Scheibenrand in einem Bereich bestimmter Ausdehnung zu fehlerhafter oder völlig fehlender Verbindung (ungebondete Gebiete). Nach dem Rückdünnen oder Abtrennen der Spender-Scheibe kann sich in diesen Gebieten die von der Spender-Scheibe auf die Bauelementsscheibe übertragene Schicht(folge) lösen.

Es entsteht somit ein für den Bauelementenprozeß nicht nutzbarer Randbereich und eine sich technologisch negativ auwirkende, d.h. erhöhten Aufwand und Präparationsfehler verursachende undefinierte Randgeometrie des Scheibenverbands.

Die Ursache für den ungebundenen Scheibenrandbereich ist die standard-Kantengeometrie der Scheiben mit einer relativ langen Facette an den zu bondenden Scheibenoberflächen. Dadurch kann im Bereich der Facetten kein mechanischer Kontakt zwischen den zu bondenden Scheiben entstehen, welcher die Voraussetzung für die Verbindungsbildung ist. Der dann entstehende undefinierte Scheibenrand nach Zurückdünnen/Abtrennen des Spender-Wafers führt im weiteren Verarbeitungsprozeß der Bauelementsscheibe zu Schwierigkeiten, z.B. zu Problemen beim Belacken und bei der Fokusierung (Photolithographie). Die nicht nutzbare Randzone, die üblicherweise bis zu 7mm vom Scheibenrand aus in das Innere der Scheibenfläche reicht, führt zudem zu einem deutlichen Verlust an nutzbarer Scheibenfläche. Dieser kann bei Scheiben mit 150mm-Durchmesser ca. 9% betragen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 so zu gestalten, daß sich das nicht nutzbare Randgebiet auf der Bauelementsscheibe verringert und sich die Randgeometrie des Scheibenverbands verbessert.

Gelöst wird die Aufgabe mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen.

Der Gegenstand des Anspruchs 1 weist die Vorteile auf, daß sich die nicht nutzbare Randzone deutlich reduziert (auf kleiner als 1mm Abstand vom Scheibenrand, d.h. bei einer 150mm-Durchmesser-Scheibe auf ca. 2% der Scheibenoberfläche). Des Weiteren bringt die erfindungsgemäße Kantengeometrie der zu bondenden Scheiben Vorteile

beim Rückdünnen nahe der Verbindungszwischenschicht (bondinterface): da im Bereich der Enddicke der Bauelementscheibe die Facette der Spender-Scheibe in einen zur Scheibenoberfläche nahezu senkrechten Bereich übergeht, wird die Gefahr von Materialausbrüchen deutlich vermindert.

Zusätzlich verringern die kurzen Facetten am Bondinterface das Risiko des versehentlichen Lösen der Scheiben bei deren Handhabung (handling), da das ungewollte Einführen eines trennenden Gegenstandes (Pinzette, Magazinbegrenzung) in den kurzen schmalen Restspalt unwahrscheinlicher ist. Man erhält im Endeffekt Substrate mit grösserer effektive nutzbarer Fläche und verbesserter Randqualität. Letzteres bedeutet eine erhöhte Prozeßsicherheit.

Die Erfindung soll anhand eines Beispiels näher erläutert werden. Es bedeuten:

Fig.1: zwei durch Bonden verbundene Si-Scheiben mit standard-Kantengeometrie (schematisch, übertrieben dargestellt)

Fig. 2: die gemäß Fig.1 verbundenen Si-Scheiben im Stadium nach dem Rückdünnen/Abtrennen der Spenderscheibe (schematisch, übertrieben dargestellt)

Fig. 3: zwei durch Bonden verbundene Halbleiterscheiben mit den erfindungsgemäß angebrachten kurzen Facetten an den zu bondenden Scheibenoberflächen (schematisch, übertrieben dargestellt)

Fig. 4: die gemäß Fig. 3 verbundenen Halbleiterscheiben im Stadium nach dem Rückdünnen/Abtrennen der Spender-Scheibe (schematisch, übertrieben dargestellt)

Zur Herstellung von Substraten mit strukturierten und unstrukturierten vergraben Ebenen (SOI-wafer, spezielle MEMS-Substrate) werden üblicherweise zwei Scheiben (1) miteinander flächig verbunden (gebondet), siehe Fig. 1.

Dabei befinden sich auf einer oder beiden der zu bondenden Oberflächen die zu vergrabenden Schichten/Strukturen.

Ursache für die fehlerhafte oder völlig fehlende Verbindung im Scheibenrandbereich ist die Kantengeometrie mit langen (Länge  $L > 75\mu\text{m}$ -ca.  $400\mu\text{m}$ ) Facetten (2) an den zu bondenden Oberflächen, welche zusätzlich beim Polierprozeß der zu bondenden Oberflächen im erweiterten Randbereich zu einer allmählichen Abflachung („edge roll-off“) der Waferoberfläche führen. Die Ausdehnung dieser leichten Abflachung kann sich vom Rand aus über ca.  $100\mu\text{m}$  bis zu wenigen mm erstrecken.

Durch beide Effekte (lange Facette sowie edge roll-off) können beim Bonden die Scheiben im Randbereich stellenweise nicht in mechanischen Kontakt gebracht werden, welcher die wichtigste Voraussetzung für eine Verbindungsbildung darstellt wie sie im Bereich (4) vorliegt.

Nach dem Verbinden wird eine der beiden Scheiben zurückgedünnt oder abgetrennt. So wird eine mehr oder weniger dünne Schicht von der Spender-Scheibe auf die Bauelementscheibe übertragen.

Durch die stellenweise mangelhafte Verbindung der Scheibenoberfläche kann es beim Zurückschleifen/Abtrennen der Spender-Scheibe zu mechanischen und/oder chemischen Beschädigungen (cracks, Eindringen von Flüssigkeiten durch Kapillareffekt etc.) im erweiterten Randbereich (5) bis zu 7mm kommen.

Dieser Randbereich (5) entfällt damit für die weitere Nutzung der Bauelementscheibe und kann zudem zu weiteren Schwierigkeiten bei der Weiterverarbeitung führen (z.B. trapping von Kontamination etc.).

Erfindungsgemäß werden für das Bonden Scheiben mit spezieller Kantengeometrie verwendet, welche sich durch eine besonders kurze (Länge  $L < 75\mu\text{m}$  bei Scheiben mit

typisch 100-300mm Durchmesser) Facette (3) auf der zu bondenden Seite auszeichnet.

Die Facette an der Rückseite kann (aber muß nicht) entsprechend länger sein.

Die sehr kurzen Facetten an den zu bondenden Oberflächen reduzieren zudem die weitere Abflächung der zu bondenden Oberflächen im Randbereich beim Polieren („edge roll-off“).

Insgesamt ergibt sich beim Bonden von Scheiben mit solcher Kantengeometrie eine deutlich geringere Randdefektzone (7) (<1mm vom Rand) und damit eine grössere nutzbare Oberfläche der Bauelementsscheibe.

Die niedrigere Zahl der Randdefekte verringert auch Probleme bei der Weiterverarbeitung der Bauelementsscheibe (weniger trapping von Kontamination in Randcracks etc.).

**Ansprüche:**

1.

Verfahren zum Verbinden von zwei Halbleiterscheiben mittels „semiconductor wafer bonding“, bei dem die zu bondenden Scheiben an den zu bondenden Oberflächen mit einer Kantengeometrie mit speziell kurzer Vorderseitenfacette (<75µm bei Scheiben mit 100mm-300mm Durchmesser) versehen sind, um einen möglichst defektfreien Randbereich und eine möglichst grosse nutzbare Scheibenoberfläche nach dem Zurückdünnen/Abtrennen der einen Scheibe zu erzielen.

Dabei kann eine oder können beide der zu bondenden Oberflächen präparierte Schichten oder Strukturen tragen, welche durch das Bonden und späteres Zurückschleifen/Abtrennen einer Scheibe (oft als Spender-Scheibe oder top-wafer bezeichnet) auf die andere Scheiben (oft als Bauelementsscheibe, device wafer oder handle wafer bezeichnet) übertragen werden.

2,

Anordnung zum Verbinden von zwei Halbleiterscheiben mittels „semiconductor bonding“, bei dem die gebondeten Scheiben an den gebondeten Oberflächen mit einer Kantengeometrie mit speziell kurzer Vorderseitenfacette (<75µm bei Scheiben mit 100mm-300mm Durchmesser) versehen sind, um einen möglichst defektfreien Randbereich und eine möglichst grosse nutzbare Scheibenoberfläche nach dem Zurückdünnen/Abtrennen der einen Scheibe zu erzielen .

Dabei kann eine oder können beide der zu bondenden Oberflächen präparierte Schichten oder Strukturen tragen, welche durch das Bonden und späteres Zurückschleifen/Abtrennen einer Scheibe (oft als Spender-Scheibe oder top-wafer bezeichnet) auf die andere Scheiben (oft als Bauelementsscheibe, device wafer oder handle wafer bezeichnet) übertragen werden.

## Zeichnungen:

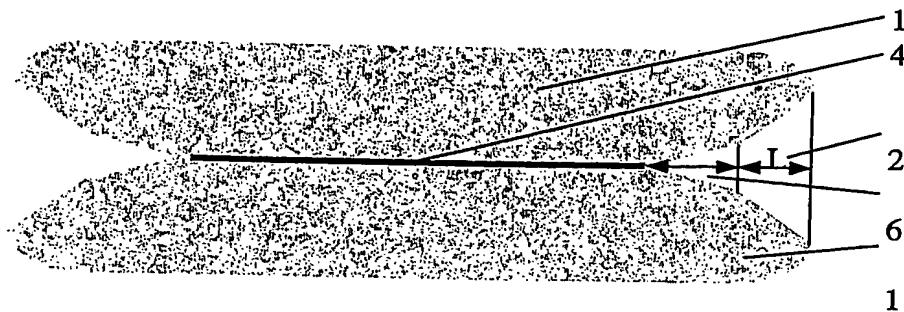


Fig.: 1



Fig.: 2

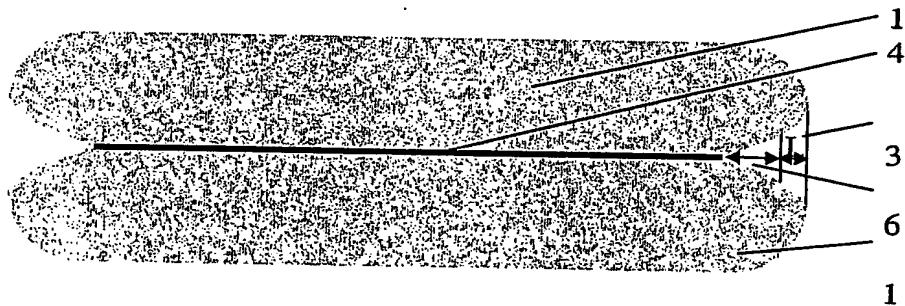


Fig.: 3

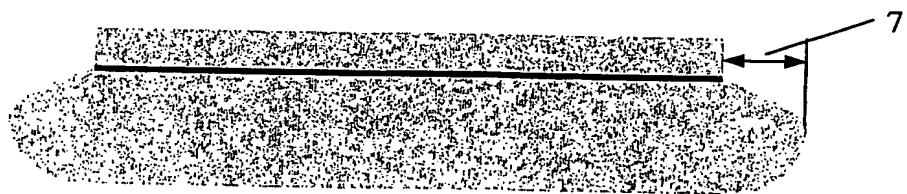


Fig.: 4

BEST AVAILABLE COPY

# **Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)**

International application number: PCT/DE04/002638

International filing date: 29 November 2004 (29.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE

Number: 103 55 728.8

Filing date: 28 November 2003 (28.11.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 02 February 2005 (02.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse